

# МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых

## Асбест

Москва, 2007

Разработаны Федеральным государственным учреждением «Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых» (ФГУ ГКЗ) по заказу Министерства природных ресурсов Российской Федерации и за счет средств федерального бюджета.

Утверждены распоряжением МПР России от 05.06.2007 г. № 37-р.

**Методические рекомендации** по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Асбест.

Предназначены для работников предприятий и организаций, осуществляющих свою деятельность в сфере недропользования, независимо от их ведомственной принадлежности и форм собственности. Применение настоящих Методических рекомендаций обеспечит получение геологоразведочной информации, полнота и качество которой достаточны для принятия решений о проведении дальнейших разведочных работ или о вовлечении запасов разведанных месторождений в промышленное освоение, а также о проектировании новых или реконструкции существующих предприятий по добыче и переработке полезных ископаемых.

### I. Общие сведения

1. Настоящие Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых (асбеста) (далее – Методические рекомендации) разработаны в соответствии с Положением о Министерстве природных ресурсов Российской Федерации, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 22 июля 2004 г. № 370 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2004, № 31, ст.3260; 2004, № 32, ст. 3347, 2005, № 52 (Зч.), ст. 5759; 2006, № 52 (Зч.), ст. 5597), Положением о Федеральном агентстве по недропользованию, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 17 июня 2004 г. № 293 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2004, N 26, ст. 2669; 2006, № 25, ст.2723), Классификацией запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых, утвержденной приказом МПР России от 11 декабря 2006 г. № 278, и содержат рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых в отношении асбеста.

2. Методические рекомендации направлены на оказание практической помощи недропользователям и организациям, осуществляющим подготовку материалов по подсчету запасов полезных ископаемых и представляющих их на государственную экспертизу.

3. Под названием «асбест» или «асбесты» объединяются тонковолокнистые минералы группы серпентина (хризотил-асбест) и амфибола (амфибол-асбесты), обладающие способностью при механическом воздействии легко расщепляться на отдельные прочные и гибкие волокна и выдерживать без изменений высокие температуры.

Свойствами асбестовых минералов, определяющими их промышленную ценность, являются: длина волокна, эластичность, прочность, способность распадаться на тончайшие волокна; химическая стойкость при воздействии на них кислот и щелочей; способность выдерживать высокие температуры без существенных изменений своих физических свойств. Для некоторых производств важное значение имеет сорбционная активность и способность в распушенном состоянии образовывать гомогенные водные суспензии.

К группе серпентиновых асбестов относится один весьма широко распространенный в природе вид – хризотил-асбест. В группу амфиболов входят: антофиллит-, родусит-, режикит-, актинолит-, тремолит-, амозит- и крокидолит-асбесты, отличающиеся друг от друга рядом важных и ценных свойств, химическим составом, атомной структурой и внешними признаками.

Хризотил-асбест имеет основное промышленное значение и его производство достигает 98 % от общемирового производства асбестов. По химическому составу это водный силикат магния, отвечающий формуле  $(Mg, Fe)_6[Si_4O_{10}](OH)_8$ . Твердость минерала – 3,0–3,5, плотность – 2,4–2,6 г/см<sup>3</sup>, сингония – моноклиная. Обычно он содержит примеси Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeO, реже в незначительном количестве Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, NiO, MnO, CaO, Na<sub>2</sub>O, и K<sub>2</sub>O. В зависимости от содержания железа выделяют маложелезистые (суммарное содержание FeO и Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> обычно не превышает 0,5 %) и железистые (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>–4,5, FeO 0,3–1,9 %) хризотил-асбесты.

По величине механической прочности на разрыв, диэлектрическим свойствам, адсорбционной активности, содержанию железа и другим характеристикам, определяющим области его использования, хризотил-асбесты подразделяются на три разновидности: нормальный (высокой прочности), ломкий (пониженной прочности), полумомкий и маложелезистый.

Волокно нормального хризотил-асбеста обладает высокой механической прочностью на разрыв (2800–3600 МПа), эластичностью, прядильной способностью, высокой термостойкостью (теряет эластичность и прочность при температуре около 700°), огнеупорностью (плавится при температурах 1450–1550 °), щелочеустойчивостью, сорбционными, тепло-, звуко- и электроизоляционными свойствами; в кислотах он растворяется. Цвет нормального хризотил-асбеста в куске преимущественно зеленый с различными оттенками, реже золотисто-желтый или серебристо-белый, иногда черный, в распушенном состоянии – белый с шелковистым блеском.

Волокно ломкого (пониженной прочности) хризотил-асбеста отличается от нормального упругостью и более высокой адсорбционной активностью. Для него характерны белесый оттенок, плохая рапушиваемость, меньшая степень эластичности и величина механической прочности на разрыв (1700–2200 МПа). По химическому составу хризотил-асбест пониженной прочности отличается более низким содержанием MgO, кристаллизационной воды и более высоким содержанием FeO.

Полумомкий хризотил-асбест по прочностным характеристикам занимает промежуточное значение между ломким и нормальным хризотил-асбестом и в промышленности применяется ограниченно (обычно в смеси с нормальным).

Маложелезистый хризотил-асбест обладает наиболее высокими среди асбестов диэлектрическими характеристиками.

В асбестовых рудах преобладает волокно длиной до 2–5 мм; волокно в 20–30 мм составляет от общего количества волокна даже лучших месторождений всего не более 1 %; исключительно редко оно достигает длины 100–200 мм. Практическое применение находит волокно хризотил-асбеста длиной не менее 0,2 мм.

Амфибол-асбесты отличаются от хризотил-асбестов более высокой кислотостойкостью. Они разделяются на ромбические и моноклинные. К ромбическим относится только антофиллит-асбест  $(Mg, Fe) [Si_8O_{22}](OH, F)_2$ , образующий преимущественно радиально-лучистые агрегаты, реже продольные волокна, обычно короткие – от долей миллиметра до первых сантиметров. Волокно антофиллит-асбеста неэластичное, хрупкое, сопротивление на разрыв – 1350–2600 МПа. Из всех асбестов он наиболее кислотостоек, причем сохраняет это свойство и при высоких температурах (до 900°C); устойчив также против щелочей.

По химическому составу моноклинные амфиболовые асбесты разделяются на щелочные (режикит-асбест, рибекит-асбест, крокидолит-асбест); щелочноземельные (рихтерит-асбест); кальциево-магниевого (актинолит-асбест, тремолит-асбест).

Наибольшее практическое значение среди них в России имеют щелочные разновидности – родусит-асбест  $Na_2(Mg, Fe^{2+})_3Al_2[Si_8O_{22}](OH, F)_2$ , режикит (магнезиоарфведсонит)-асбест  $Na_3(Mg, Fe^{2+})_4Fe^{3+}(Si_8O_{22})(OH, F)_2$ , за рубежом также – крокидолит-асбест  $Na_2(Fe^{2+}Mg)_3Fe^{3+}[Si_8O_{22}] \times (OH, F)_2$ . Цвет крокидолит-асбеста преимущественно синий, родусит- и режикит-асбестов – голубой, поэтому их нередко называют, соответственно, синим и голубым асбестом. Для всех щелочных асбестов характерна высокая сорбционная способность и кислотостойкость. У них же наиболее прочное волокно: сопротивление на разрыв составляет 3300–3400 МПа.

Актинолит-асбест встречается только в виде короткого волокна (длиной не более 5–10 мм). Он характеризуется высокими огнестойкостью, кислото- и щелочеупорностью. Амозит-асбест образует достаточно прочные волокна длиной до 100–175 мм; при нагревании и деформациях прочность резко снижается. Волокна тремолит-асбеста характеризуются, как и волокна актинолит-асбеста, невысокой прочностью. Использование щелочноземельных, кальциево-магниевого и магнезиально-железистых асбестов в промышленности весьма ограничено.

Главные минералы асбестовых руд, их химические и физические свойства приведены в табл.1.

4. В природе волокна асбестов образуют агрегаты четырех типов: поперечно-, косо-, продольно- и спутанно-волокнистые.

В поперечно- и косо-волокнистых агрегатах волокна ориентированы строго параллельно друг другу, и располагаются или перпендикулярно к стенкам жилы (поперечно-волокнистые), или под косыми углами, близкими к прямому (косо-волокнистые). Они характерны преимущественно для хризотил-, крокидолит-, родусит- и амозит-асбестов. Волокна хризотил-асбеста в этих агрегатах обычно характеризуются нормальной прочностью, эластичностью, хорошо подвергаются распушиванию.

В продольно-волокнистых агрегатах волокна располагаются параллельно стенкам жил. По физико-химическим и физико-механическим свойствам продольно-волокнистый хризотил-асбест близок к хризотил-асбесту нормальной прочности, но отличается от последнего более низкой прочностью на разрыв, меньшей степенью распушивания и повышенным содержанием вредной примеси-немалита. Продольно-волокнистые асбесты встречаются в месторождениях хризотил- и режикит-асбестов.

Спутанно-волокнистые агрегаты образуют различно ориентированные пучки, радиально-лучистые («звездчатые») гнезда или тончайшие прожилки радиально расположенных иголок и волокон асбеста, обычно короткого и непрочного. Агрегаты этого типа свойственны амфиболовым разновидностям – антофиллит-, родусит- и режикит-асбестам

5. Из всех минеральных разновидностей асбестов наиболее широко применяется нормальный (высокой прочности) хризотил-асбест. Его волокно используют для изготовления асбестотекстильных и асбестоцементных изделий, асбестовых и асбесторезиновых листов, асбестовых термоизоляционных материалов, асбестобитумных и асбестосмоляных материалов, асбестовых пластмассовых материалов, строительных асбестовых материалов, асбестосиликатных красок и лаков, фильтров. Области применения асбестовых материалов в промышленности определяются длиной волокна, его эластичностью, прочностью на разрыв, устойчивостью к воздействию кислоты и щелочей, диэлектрическими, адсорбционными и другими характеристиками.

Таблица 1

Главные минералы асбеста, их химические и физические свойства (по Н. Н. Ведерникову и др.)

Асбест	Содержание главных оксидов, %	Сингония	Цвет	Размер, волокна, мм	Характеристика волокна	
1	2	3	4	5	6	
Хризотил-асбест (Mg, Fe) <sub>6</sub> [Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> ](OH) <sub>8</sub>	SiO <sub>2</sub> 43–49 MgO 42–39 FeO 2–1 (0,5–0,1)* Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 4 — менее1 (0,7–0,1)* CaO менее 1 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> менее 1	Моноклинная	Белый (маложелезисто-серебристо-белый), желтовато-зеленый, шелковистый	Наиболее часто 2–5, редко 20–30 и более, исключительно редко 100–200	Высокоэластичное, с высокой упругостью и гибкостью, легко скручиваемое (асбест нормальной прочности)	
Антофиллит-асбест (Mg, Fe)[Si <sub>8</sub> O <sub>22</sub> ](OH, F) <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub> 58–55 MgO 30–27 FeO 6–3 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 5–1 CaO менее1 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> около 1, иногда до 3	Ромбическая	Белый, сероватокоричнево-зеленовато-белый	До первых десятков	Хрупкое, слабоупругое, малоэластичное (грубое)	
Родусит-асбест Na <sub>2</sub> (Mg, Fe <sup>+2</sup> ) <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> [Si <sub>8</sub> O <sub>22</sub> ](OH, F) <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub> 55–51 MgO 15–7 FeO 11–6 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 18–12 CaO до 2 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 3–1 Na <sub>2</sub> O 6–4 K <sub>2</sub> O до 1	Моноклинная	Серо-голубой, иногда до синего	Обычно 1–3–5, редко до 10–30	Эластичное, упругое, гибкое, жесткое или мягкое	
Режикит-асбест Na <sub>3</sub> (Mg, Fe <sup>+2</sup> ) <sub>4</sub> Fe <sup>+3</sup> [Si <sub>8</sub> O <sub>22</sub> ](OH, F) <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub> 58–53 MgO 20–17 FeO 3–1 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 10–8 Na <sub>2</sub> O10–7	Моноклинная	Серо-голубой, иногда до синего	Обычно 1–3–5, редко до 10–30	Эластичное, упругое, гибкое, жесткое или мягкое	
Крокидолит-асбест Na <sub>2</sub> (Fe <sup>+2</sup> , Mg) <sub>2</sub> Fe [Si <sub>8</sub> O <sub>22</sub> ](OH, F) <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub> 53–50 MgO 3–1 FeO 21–17 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 19–15 CaO 7–5	Моноклинная	Синий, темно-синий, редко сине-зеленый	Обычно 6–24, иногда до 75	Эластичное, гибкое, упругое, близкое, но несколько ниже по этим показателям по сравнению с хризотил-асбестом	
Амозит-асбест (Mg, Fe) <sub>7</sub> [Si <sub>8</sub> O <sub>22</sub> ](OH, F) <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub> 50–47 MgO 5–4 FeO 37–32 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 7–4 CaO 2 — следы Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 6 — следы	Моноклинная	Пепельно-серый, коричневый	Средняя 12–70, иногда 100–175, максимальная до 300	Гибкость хуже, чем у хризотил- и крокидолит-асбеста, волокна скручиваемые. Деформация резко снижает прочность	
Актинолит-асбест Ca <sub>2</sub> (Mg, Fe) <sub>5</sub> [Si <sub>8</sub> O <sub>22</sub> ](OH, F) <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub> 55–53 MgO 15–13 FeO 12–6 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 5–2 CaO 12–11	Моноклинная	Светло-зеленый до черно-зеленого	От короткого до длинного	Хрупкое, жесткое, неэластичное, негибкое, редко пригодное для прядения	
Тремолит-асбест Ca <sub>2</sub> Mg <sub>5</sub> [Si <sub>8</sub> O <sub>22</sub> ](OH, F) <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub> 59–55 MgO 25021 FeO 4–1 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> до 1 CaO14–10	Моноклинная	бесцветный, белый, серый, зеленый, розовый, коричневый	То же	То же	

\*В скобках указаны содержания оксидов железа в маложелезистом хризотил-асбесте

Длина асбестового волокна является наиболее важной характеристикой, определяющей области его применения. В зависимости от длины волокна

товарный асбест подразделяют на восемь групп: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 и 7. Асбест групп 0–6 делится на марки в зависимости от фракционного состава, определяемого на контрольном аппарате из четырех сит: первое сито с размером ячейки в свету 12,7 мм.; второе – 4,8 мм; третье – 1,35; четвертое – 0,4 мм. Асбест седьмой группы разделяется на четыре марки в зависимости от насыпной плотности.

В России применяют в основном асбест 1–6 групп. В небольших объемах используется асбест 7-ой группы (в основном как термоизоляционный материал). Номенклатура изделий, вырабатываемых на основе асбеста, в настоящее время превышает 3000.

Для производства текстильных изделий, плетеных и тканевых набивок электроизоляционных лент и шнуров, тканых дисков сцепления, тормозных лент используется асбест 0–3-ей групп.

Более 80 % товарного хризотил-асбеста потребляет асбестоцементная промышленность (асбест 3- и 4-ой групп) для производства кровельных плит и волнистых листов, большеформатных плит, стеновых панелей, труб для водопроводов, канализации и газопроводов, санитарных приборов, электроизоляционных деталей и др. Все эти изделия выгодно отличаются от металлических меньшей массой, кислото- и щелочестойкостью, легкостью в обработке, сравнительной дешевизной.

Из асбеста 4- и 5-ой групп изготавливают асбестовые бумагу и картон. Асбест 3- и 4-ой групп используется для производства асбесторезиновых листов (клингерита, паранита и других). На производство асбестовых термоизоляционных материалов (асбестовой ваты, теплоизоляционного шнура, асбестового гофрированного картона) используется асбест 3- и 4-ой групп. Из асбеста более низкого качества (5–7-ой групп) в комплексе с диатомитом и другими минеральными веществами изготавливаются термоизоляционные материалы. Для производства асбестовых пластмасс и асбестобитумных материалов (рубероида, дорожных покрытий, облицовочных плит и другие) используют асбест 4–7-ой групп.

Амфибол-асбесты используются для производства щелоче- и кислотоупорных, а также стойких к действию морской воды изделий. Так, антофиллит-асбест применяется для производства кислотостойких пластмасс (фалолита), асбокартона, кремнийорганических прессматериалов. В небольших количествах он употребляется в производстве автомобильных и тракторных аккумуляторных банок. Асбест антофиллитовый должен соответствовать требованиям ТУ 21-22-6–75, а обезжелезненный, предназначенный для производства литейного теплостойкого электроизоляционного фенопласта ТУ-21-22-13–78.

Благодаря сорбционным свойствам распушенных волокон и их способности образовывать однородные суспензии, ломкие разновидности хризотил-асбеста, режикит- и родусит-асбест используются в ряде специальных производств.

6. В основу разделения месторождений асбестов в России на формационные типы положена генетическая и пространственная связь определенных минеральных видов асбестов и их промышленных скопления с характерными типами геологических формации. Наиболее важными среди формационных являются типов месторождений асбестов России являются: хризотил-асбестовый в ультрамафитах дунит-гарцбургитовой формации, хризотил-асбестовый в ультрамафитах пироксенит-перидотитовой формации, хризотил-асбестовый в магнезиально-карбонатных породах, антофиллит-асбестовый в метаультрамафитах дунит-гарцбургитовой формации, родусит-асбестовый в отложениях карбонатно-терригенной пестроцветной молассовой формации, режикит-асбестовый в ультрамафитах дунит-гарцбургитовой формации. Формационные типы месторождений асбестов в свою очередь подразделяются на геолого-промышленные типы (таблица 2).

Главными определяющими признаками геолого-промышленной группировки месторождений асбестов являются: а) минеральный вид асбеста; б) качественные показатели волокна асбеста и содержание его в рудах; в) типы руд; г) морфология и размеры рудных тел (залежей) асбеста. В таблице 2 приведена краткая характеристика ведущих геолого-промышленных типов месторождений асбестов, известных на территории стран СНГ.

Это месторождения нормального хризотил-асбеста баженовского промышленного типа, ломкого хризотил-асбеста баженовского термальнометаморфизованного типа, апокарбонатного маложелезистого хризотил-асбеста арizonско-астагашского типа, месторождения антофиллит-асбеста сыертско-буетысайского типа, режикит-асбеста анатолийско-шиловского и родусит-асбеста джезказганского типа (болливийского) типов.

Наибольшей промышленный интерес представляют месторождения хризотил-асбеста баженовского промышленного типа. Разведанные месторождения других промышленных типов (ломкого хризотил-асбеста, режикит-асбеста, родусит-асбеста) в настоящее время в связи с отсутствием потребителей в России не разрабатываются, а потребности РФ в мало-железистом асбесте для производства сепараторной бумаги, используемой при изготовлении изделий, применяемых в авиа- и судостроении, удовлетворяются за счет выпускаемого ГОКом «Ураласбест» обезжелезненного апоультрамафитового хризотил-асбеста марки АХО-2.

Российские месторождения и проявления асбестов, принадлежащие к другим типам (хризотил-асбестом лабинском и карачаевском, тремолит-, актинолит-асбестовому в зонах контакта тел ультрамафитов, актинолит-асбестовому в интрузивных и эфузивных мафитах и пирокластитах последних, крокидолит- и амозит-асбестовым в доломит-содержащих железистых кварцитах, тремолит-асбестовому в доломитах), в геологическом и технологическом отношениях изучены слабо; их запасы Государственным балансом Российской Федерации не учитываются и перспективы промышленного освоения в России не ясны.

Таблица 2

**Промышленные типы месторождений асбеста с основными типами руд**

Промышленный тип месторождений	Структурно-морфологический тип и комплекс	Природный (минеральный) тип руд	Содержание волокна асбеста в рудах, по сортам и классам, %	Промышленные (технологические) типы руд	Примеры месторождений

1	2	3	4	5	6	7
Баженовский (нормального апоультрамафитового хризотил-асбеста)	Плито-, линзо-, чаше- и трубооб-разные залежи концентрически- и асимметрично-зонального строения от первых десятков до 600 м по мощности и от первых сотен до 4500 м по простиранию среди серпентинитов и не полностью серпентинизированных ультрамафитов (гарцбургитов)	Сетчатые (штокерко-вые) руды нормального поперечно-волоконистого хризотил-асбеста, типы: 1) отороченных жил(ож); 2) крупной сетки(кс); 3) мелкой сетки(мс); 4) продольно-волоконистый(пв). Вариации средних содержаний по месторождениям	AK-VI cc. (класс+0,5мм) 1-3 % 2-6 % 1-10 % 1-1,9 % 1-7,8 %	AK-IIIcc. 0,2-0,5 % 0,1-0,5 % менее 0,01 % 0,02-0,03 % 0,02-1,28 %	С нормальными технологическими показателями обогащения: руды типа ож,кс и мс в гарцбургитах и апогарцбургитовых серпентинитах. С пониженными технологическими показателями обогащения: руды в дунитах и аподунитовых серпентинитах выветрелые и пв	Баженовское, Киембаевское, Саянское, Актювракское, Молодежное (РФ), Джетыгаринское (Казахстан)
Баженовский термально-метаморфизованный (ломкого апоультрамафитового хризотил-асбеста)	Плито-, линзообразные тела, мощностью в первые метры-десятки метров и длиной - первые десятки-сотни метров, локализованные в антигоритовых серпентинитах и оливин-антигоритовых апосерпентинитовых породах	Сетчатые (штокерко-вые) руды ломкого поперечно-волоконистого хризотил-асбеста, в основном типа отороченных жил и крупной сетки	2-5 % (класс+0,25мм)		Трудно-обогащаемые	Баженовское (РФ)
Аризонско-аспагашский (апокарбонатного маложелезистого хризотил-асбеста)	Линзо-, плитообразные тела мощностью до 5 м и длиной до 100 м среди серпентинизированных аподолмитовых скарнов	Одиночные сложные жилы (серии параллельных простых жил) поперечно-волоконистого хризотил-асбеста	2-20 % (класс + 0,5 мм)		Не выделяются	Аспагашское(РФ), Сары-Чеку (Узбекистан)
<p>П р и м е ч а н и е. До середины 1980 гг. при проведении разведочных работ в пробах руд хризотил-асбеста методом геологического анализа определялось содержание следующих геологических сортов волокна: сорта АК-длинной более 18 мм, I сорта - средней условной длиной волокна 16мм, II сорта - 12 мм, III сорта - 9 мм, IV сорта - 5,5 мм, V сорта - 2,5 мм, VI сорта - 1 мм, VII сорта - 0,7 мм. Кроме того, определялось содержание суммы сортов АК, I, II, III (AK-IIIcc.) и суммы сортов АК, I, II, III, IV, V, VI (AK-VIcc.). Запасы по разведанным в этот период месторождениям хризотил-асбеста (Баженовскому, Саянскому, Молодежному и др.) подсчитаны по сумме АК-VIcc. сумме АК-IIIcc. и VII сорту. Эти запасы (как запасы асбеста класса +0,5 мм) в настоящее время учитываются Государственным балансом Российской Федерации. Геологические сорта не соответствуют товарным группам.</p>						

## II. Группировка месторождений по сложности геологического строения для целей разведки

7. По размерам и морфологии рудных тел, изменчивости их мощности, внутреннего строения и равномерности распределения асбестового волокна в рудах месторождения асбеста соответствуют 2 и 3-й группам «Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых», утвержденной приказом МПР России от 11 декабря 2006 г. № 278.

Ко 2-й группе относятся месторождения нормального хризотил-асбеста баженовского типа, локализованные в массивах ультраосновных пород и представленные крупными и средними залежами с относительно выдержанной мощностью, характеризующиеся зональным строением и сравнительно равномерным распределением волокна асбеста (Баженовское, Джетыгаринское, Киембаевское, Актювракское, Саянское, Молодежное и Красноуральское месторождения хризотил-асбеста), а также крупными и средними залежами, приуроченными к пачкам пестроцветных пород или другим строго стратифицированным литологическим горизонтам, с выдержанной мощностью и неравномерным распределением волокна асбеста (месторождения родусит-асбеста Кумолинское, Ушбулак, а также месторождения хризотил-асбеста в толщах доломитизированных известняков, например, Аспагашское).

К 3-й группе относятся месторождения, приуроченные к массивам ультраосновных пород и представленные средними и мелкими линзовидными, кармано-, гнездо- и штокообразными залежами с изменчивой мощностью и весьма неравномерным распределением волокна асбеста (Сысертское, Мочаловское, Южно-Калмацкое, Терсутское и Катайское месторождения антофиллит-асбеста; Анатольское, Шилосое и другие месторождения режикит-асбеста).

8. Принадлежность месторождения (участка) к той или иной группе устанавливается, исходя из степени сложности геологического строения основных тел полезного ископаемого, заключающих преобладающую часть (не менее 70 %) запасов месторождения.

9. При отнесении месторождения к той или иной группе в ряде случаев могут использоваться количественные характеристики изменчивости основных свойств оруденения (приложение)

## III. Изучение геологического строения месторождений и вещественного состава руд

10. По разведанному месторождению необходимо иметь топографическую основу в масштабе, соответствующем сложности его геологического строения и рельефа поверхности. Топографические карты для месторождений или участков месторождений хризотил-, режикит- и родусит-асбеста составляются в масштабе 1:500–1:2000, а для месторождений антофиллит-асбеста – в масштабе 1:500.

Все разведочные и эксплуатационные выработки (канавы, шурфы, штольни, расщелины из штолен, скважины и др.), профили детальных геофизических наблюдений, а также естественные обнажения рудных тел и минерализованных зон должны быть инструментально привязаны. Подземные горные выработки и скважины наносятся на планы по данным маршейдерской съемки. Маршейдерские планы горизонтов горных работ обычно составляются в масштабах 1:200–1:500, сводные планы – в масштабах не мельче 1:1000. Для скважин должны быть вычислены координаты точек пересечения ими кровли и подошвы рудного тела и построены проложения их стволов на плоскости планов и разрезов.

11. Геологическое строение месторождения (участка) должно быть детально изучено и отражено на геологической карте масштаба 1:2000–1:10 000 (в зависимости от размеров и сложности строения), геологических разрезах, погоризонтных планах, проекциях, а в необходимых случаях – на блок-диаграммах и моделях.

Геологические и геофизические материалы по месторождению должны давать представление о размерах и форме рудных тел, условиях их залегания, внутреннем строении и сплошности оруднения, характере выклинивания рудных тел, особенностях изменения вмещающих пород и взаимоотношениях рудных тел с вмещающими породами, складчатыми структурами и тектоническими нарушениями в степени, необходимой и достаточной для увязки рудных тел и обоснования подсчета запасов. Следует также обосновать геологические границы месторождения и поисковые критерии, определяющие местоположение перспективных участков, в пределах которых оценены прогнозные ресурсы категории Р<sub>1</sub>.

12. Выходы на поверхность и приповерхностные части залежей асбеста должны быть изучены горными выработками и неглубокими скважинами с применением геофизических методов и опробованы с детальностью, позволяющей установить мощность и состав покровных отложений, выходы их на поверхность, глубину развития и строение зоны выветрелых и затронутых выветриванием пород, морфологию и условия залегания рудных тел, особенности изменения вещественного состава, типы рассекающих залежи пострудных тектонических нарушений, их влияние на морфологию рудных тел, состояние и свойства асбестового волокна, технологические свойства асбестовых руд и провести подсчет запасов выветрелых и неветрелых руд раздельно по промышленным (технологическим) типам.

13. Разведка месторождений асбеста на глубину проводится скважинами колонкового бурения в сочетании с поверхностными и подземными горными выработками и использованием геофизических методов исследований – наземных, в скважинах и горных выработках.

Методика разведки – соотношение объемов горных работ и буровых работ, виды горных выработок и способы бурения, геометрия и плотность разведочной сети, методы и способы опробования – должна обеспечить возможность подсчета запасов на разведанном месторождении по категориям, соответствующим группе месторождений по сложности геологического строения. Она определяется, исходя из геологических особенностей рудных тел с учетом возможностей горных, буровых и геофизических средств разведки и опыта разведки и разработки месторождений аналогичного типа. И зависит главным образом от степени равномерности распределения в рудах асбеста и длины его волокна. При значительном колебании содержаний асбеста и повышенном количестве его длиноволокнистых разновидностей объем горных выработок следует увеличить. При разведке залежей с низким содержанием асбеста, представленного коротким волокном, объем горных выработок может быть сокращен. Они проходятся лишь для контроля данных бурения, изучения приповерхностных частей месторождения (участка) и закономерностей распределения асбеста в руде, отдельных типов и сортов руд, а также отбора технологических проб. Скважины бурятся на всю мощность асбестоносного тела или до заранее установленного горизонта разработки месторождения. В последнем случае необходимо пробурить единичные структурные скважины с целью выяснения глубины распространения асбестоносности. Кроме отмеченного выше, при выборе оптимального варианта разведки следует учитывать возможное избирательное истирание зерна при бурении.

14. По скважинам колонкового бурения должен быть получен максимальный выход зерна хорошей сохранности в объеме, позволяющем выяснить с необходимой полнотой особенности залегания рудных тел и вмещающих пород, их мощности, внутреннее строение, характер околорудных изменений, распределение природных разновидностей руд, их текстуры и структуры и обеспечить представительность материала для опробования. Практикой геологоразведочных работ установлено, что выход зерна для этих целей должен быть не менее 80 % по каждому рейсу бурения. Выход зерна следует определить как в целом по телу полезного ископаемого, так и для каждой зоны асбестоносности (крупной сетки, мелкой сетки, отороченных жил, мелкопрожила и т. д.). Достоверность определения линейного выхода зерна следует систематически контролировать весовым или объемным способом.

Величина представительного выхода зерна для определения содержаний асбеста и мощностей рудных интервалов должна быть подтверждена исследованиями возможности его избирательного истирания особенно для зон, содержащих длиноволокнистые (текстильные) сорта хризотил-асбеста. Для этого необходимо по основным типам руд сопоставить результаты опробования зерна скважин по интервалам с их различным выходом с данными опробования контрольных горных выработок и установить наличие или отсутствие избирательного истирания зерна, его величину и влияние на достоверность результатов бурения, особенно для зон, содержащих длиноволокнистые (текстильные) сорта хризотил-асбеста. Достоверность определения выхода зерна необходимо систематически контролировать. При низком его выходе должны приниматься меры, обеспечивающие получение представительного зерна (бурение без промывки, выбор соответствующего бурового наконечника, изменение режима бурения и др.). При низком выходе зерна или избирательном его истирании, существенно искажающем результаты опробования, следует применять другие технические средства разведки. При существенном искажении содержания асбеста в керновых пробах необходимо обосновать величину поправочного коэффициента к результатам кернового опробования на основе данных контрольных выработок.

Для повышения достоверности и информативности бурения необходимо использовать методы геофизических исследований в скважинах, рациональный комплекс которых определяется исходя из физических свойств полезного ископаемого, конкретных геологических условий месторождения и современных возможностей геофизических методов.

В вертикальных скважинах глубиной более 100 м и во всех наклонных, включая подземные, не более чем через каждые 20 м должны быть определены и подтверждены контрольными замерами азимутальные и зенитные углы стволов скважин. Результаты этих измерений необходимо использовать при построении геологических разрезов, погоризонтных планов и расчете мощностей рудных интервалов. При наличии подсечений стволов скважин горными выработками результаты замеров проверяются данными маршейдерской привязки. Для скважин необходимо обеспечить пересечение ими рудных тел под углами не менее 30°.

С целью повышения эффективности разведки следует осуществлять бурение многозбойных скважин, а при наличии горизонтов горных работ – вееров подземных скважин. Бурение по руде целесообразно производить одним диаметром.

15. Горные выработки являются наиболее достоверным средством детального изучения условий залегания, морфологии, внутреннего строения рудных тел, их сплошности, вещественного состава руд, а также контроля данных бурения, геофизических исследований и отбора технологических проб.

Одно из важнейших назначений горных выработок – установление степени избирательного истирания зерна при бурении скважин с целью выяснения возможности использования данных кернового опробования и результатов геофизических исследований для геологических построений и подсчета запасов. Горные выработки следует проходить на участках детализации, а также на горизонтах месторождения, намеченных к первоочередной обработке.

16. Расположение разведочных выработок и расстояния между ними должны быть определены для каждого типа месторождений асбеста.

Приведенные в табл. 3 обобщенные сведения о плотности сетей, применявшихся при разведке месторождений асбестовых руд в СНГ, могут учитываться при проектировании геологоразведочных работ, но их нельзя рассматривать как обязательные. Для каждого месторождения на основании изучения участков детализации и тщательного анализа всех имеющихся геологических, геофизических и эксплуатационных материалов по данному или аналогичным месторождениям обосновываются наиболее рациональные геометрия и плотность сети разведочных выработок.

17. Для подтверждения достоверности запасов, подсчитанных на разведанных месторождениях, отдельные их участки должны быть разведаны более детально. Эти участки следует изучать и опробовать по более плотной разведочной сети, по сравнению с принятой на остальной части месторождения. На разведанных месторождениях 2-й группы запасы на таких участках или горизонтах должны быть разведаны по категории В, а на месторождениях 3-й группы – категории С<sub>1</sub>. На разведанных месторождениях 3-й группы сеть разведочных выработок на участках детализации целесообразно сгущать, как правило, не менее чем в 2 раза по сравнению с принятой для категории С<sub>1</sub>.

Таблица 3

**Сведения о плотности сетей разведочных выработок, применявшихся при разведке месторождений асбеста в СНГ**

Группа месторождений	Структурно-морфологический тип рудных тел	Вид выработок	Расстояния между выработками (в м) для категорий запасов			
			В		С <sub>1</sub>	
			по простиранию	по падению	по простиранию	по падению
1	2	3	4	5	6	7
2-я	Крупные и средние залежи, приуроченные к массивам ультраосновных пород, с относительно выдержанной мощностью и сравнительно равномерным распределением волокна асбеста	Канавы	50–100	–	50–100	–
		Шурфы	50–100	25–50	50–100	25–50
		Скважины	50–100	25–50	100–200	50–100
Крупные и средние залежи, приуроченные к пачкам карбонатных пород, с выдержанной мощностью и неравномерным распределением волокна асбеста	Канавы	25–50	–	25–50	–	
	Шурфы	25–50	12–25	25–50	12–25	
	Скважины или горные выработки	25–50	12–25	50–100	25–50	
3-я	Средние и мелкие линзы, кармано-, гнездо- и штокообразные залежи с изменчивой мощностью и весьма неравномерным распределением волокна асбеста	Канавы	–	–	12–25	–
		Шурфы	–	–	12–25	12–25
		Скважины или горные выработки	–	–	12–25	12–25

Примечание. На оцененных месторождениях разведочная сеть для категории С<sub>2</sub> по сравнению с сетью для категории С<sub>1</sub> разрежается в 2–4 раза в зависимости от сложности геологического строения месторождения.

Участки детализации должны отражать особенности условий залегания и форму рудных тел, вмещающих основные запасы месторождения, а также преобладающее качество руд. По возможности они располагаются в контуре запасов, подлежащих первоочередной обработке. В тех случаях, когда такие участки не характерны для всего месторождения по особенностям геологического строения, качеству руд и горно-геологическим условиям, должны быть детально изучены также участки, удовлетворяющие этому требованию. Число и размеры участков детализации на разведанных месторождениях определяются в каждом отдельном случае недропользователем.

Полученная на участках детализации информация используется для обоснования группы сложности месторождения, подтверждения соответствия принятых геометрии и плотности разведочной сети и выбранных технических средств разведки особенностям его геологического строения; для оценки достоверности результатов опробования и подсчетных параметров, принятых при подсчете запасов на остальной части месторождения и условий разработки месторождения в целом. На разрабатываемых месторождениях для этих целей используются результаты эксплуатационной разведки и разработки.

18. Все разведочные выработки и выходы рудных тел или зон на поверхность должны быть задокументированы по типовым формам. Особое внимание при документировании следует уделять описанию зон асбестоносности, а также осложняющих их строение жил, даек, разрывных нарушений, зон дробления и выветривания, проявлений процессов пострудного метаморфизма. Результаты опробования выносятся на первичную документацию и сверяются с геологическим описанием.

Установленные на месторождении разновидности асбеста и вмещающие их породы должны получить минералого-петрографическую характеристику с детальным описанием асбестовых залежей: вид асбеста, мощности асбестовых жил и прожилков, их ориентировка, расстояние между ними, расположение волокон в жилах (поперечное, косое, продольное), длина, цвет, толщина, прочность (нормальной прочности, пониженной, ломкие), гибкость и эластичность волокна.

Полнота и качество первичной документации, соответствие ее геологическим особенностям месторождения, правильность определения пространственного положения структурных элементов, составления зарисовок и их описаний должны систематически контролироваться в установленном порядке компетентной комиссией на достаточно представительном объеме материала. Следует также оценивать качество опробования (выдержанность сечения и массы проб, соответствие их положения особенностям геологического строения участка, полноту и непрерывность отбора проб, наличие и результаты контрольного опробования).

19. Для изучения качества полезного ископаемого, оконтуривания рудных тел и подсчета запасов все рудные интервалы, вскрытые разведочными

выработками или установленные в естественных обнажениях, должны быть опробованы.

20. Выбор методов и способов опробования производится на ранних стадиях оценочных и разведочных работ, исходя из конкретных геологических особенностей месторождения и физических свойств полезного ископаемого и вмещающих пород.

Принятые метод и способ опробования должны обеспечивать наибольшую достоверность результатов при достаточной производительности и ЭКОНОМИЧНОСТИ. В случае применения нескольких способов опробования они должны быть сопоставлены по точности результатов и достоверности. При выборе геологических способов опробования (керновый, валовый, задиrkовый и др.) определении качества отбора и обработки проб, оценке достоверности методов опробования следует руководствоваться соответствующими нормативно-методическими документами.

21. Опробование разведочных сечений следует производить с соблюдением следующих обязательных условий:

сеть опробования должна быть выдержанной, плотность ее определяется геологическими особенностями изучаемых участков месторождения и обычно устанавливается, исходя из опыта разведки месторождений-аналогов, а на новых объектах – экспериментальным путем. Пробы необходимо отбирать в направлении максимальной изменчивости оруденения (для месторождений асбестов – вкрест простирания залежей); в случае пересечения рудных тел разведочными выработками (в особенности скважинами) под острым углом к направлению максимальной изменчивости (если при этом возникают сомнения в представительности опробования) контрольными работами или сопоставлением должна быть доказана возможность использования в подсчете запасов результатов опробования этих сечений;

опробование следует проводить непрерывно, на полную мощность рудного тела с выходом во вмещающие породы на величину, превышающую мощность пустого или некондиционного прослоя, включаемого в соответствии с условиями в промышленный контур: для рудных тел без видимых геологических границ – во всех разведочных сечениях, а для рудных тел с четкими геологическими границами – по разреженной сети выработок. В канавах, шурфах, траншеях кроме коренных выходов руд, должны быть опробованы и продукты их выветривания;

природные разновидности руд и зоны асбестоносности, выделяемым по типам жилкования, должны быть опробованы отдельно – секциями; длина КАЖДОЙ секции (рядовой пробы) определяется внутренним строением рудного тела, изменчивостью вещественного состава, текстурно-структурных особенностей, физико-механических и других свойств руд, а в скважинах – также длиной рейса. Она не должна превышать установленную условиями минимальную мощность для выделения типов или сортов руд, а также максимальную мощность пустых и некондиционных прослоев, включаемых в контур руд. Асбестоносные породы верхней выветрелой зоны, где волокно характеризуется пониженной прочностью, опробуются отдельно.

Длина секций керновых проб на месторождениях хризотил-асбеста принимается в среднем равной 10 м (в слабо асбестоносных породах допускается увеличение длины секций до 20 м), на месторождениях амфибол-асбестов – в среднем 4–5 м, а на месторождениях режикит-асбеста – 2–3 м. При отборе керновых проб учитываются не только тип асбестоносности, длина рейсов, диаметр керна, линейный и объемный выход керна, но также состав пород и степень их выветрелости. Для обоснования контуров залежи с промышленным содержанием асбеста должны быть отобраны единичные пробы из вмещающих пород.

В канавах берутся задиrkовые пробы длиной 4–5 м, шириной 0,3–0,5 м и глубиной 0,2–0,5 м. Из шурфов отбираются валовые пробы с интервала усадки 0,5 м. В пробу отбирается весь материал с интервала проходки 1–5 м (в среднем – 2 м). Возможность сокращения объема валовых проб путем включения в них материала только кратных вагонеток или методом «с усадки» необходимо обосновать данными экспериментальных исследований. Принятые параметры проб должны быть обоснованы экспериментальными работами.

23. Качество опробования по каждому принятому методу и способу и по основным разновидностям руд необходимо систематически контролировать, оценивая точность и достоверность результатов. Следует своевременно проверять положение проб относительно элементов геологического строения, надежность оконтуривания рудных тел по мощности, выдержанность принятых параметров проб и соответствие фактической массы пробы расчетной, исходя из принятого сечения борозды или фактического диаметра И ВЫХОДА КЕРНА (отклонения не должны превышать  $\pm 10$ – $20$  % с учетом изменчивости плотности руды).

В случае выявления недостатков, влияющих на точность опробования следует производить переопробование рудных интервалов.

Достоверность принятых методов и способов опробования скважин и поверхностных горных выработок контролируется более представительным способом, как правило валовым, руководствуясь соответствующими нормативно-методическими документами. Для этой цели также необходимо использовать данные технологических проб, валовых проб для определения объемной массы в целиках и результаты отработки месторождения.

Объем контрольного опробования должен быть достаточным для статистической обработки результатов и обоснованных выводов об отсутствии или наличии систематических ошибок, а в случае необходимости и для введения поправочных коэффициентов.

24. Обработка проб производится по схемам, разработанным для каждого месторождения или принятым по аналогии с однотипными месторождениями. Основные и контрольные пробы обрабатываются по одной схеме.

В случаях, если в рудах содержится длинноволокнистый хризотил-асбест, материал пробы предварительно подвергается рудоразработке с разделением на фракции А и Б, которые обрабатываются и анализируются отдельно. Фракция А представляет собой часть материала пробы, обогащенной длинноволокнистым хризотил-асбестом; в процессе обработки она не сокращается, и все полученное из нее волокно поступает на ситовый и другие виды анализа.

В эту фракцию путем выборки и отбойки отбираются агрегаты хризотил-асбеста с преимущественной длиной волокна более 9 мм, а также куски руды с таким волокном.



Принятая схема должна обеспечить крупность конечных частиц хризотил-асбестовых руд не более 15 мм, родусит- и антофиллит-асбестовых – не более 25 мм, а также возможность получения общей массы волокна не менее 100 г. Правильность принятой схемы обработки проб (включая целесообразность выделения фракции А и величину коэффициента К) должна быть подтверждена данными по аналогичным месторождениям или результатами экспериментальных работ. Обычно этот коэффициент принимается равным 0,1.

Обработка контрольных крупнообъемных проб производится по специально составленным программам.

25. При разведке месторождений асбеста необходимо определить содержание волокна в руде, его распределение по классам определенной длины (классом крупности) и качественные показатели пригодности волокна для различных направлений использования. С этой целью лабораторные пробы подвергаются измельчению, в процессе которого из них извлекается волокно.

В настоящее время извлечение и ситовый анализ хризотил-асбеста проводятся по методике определения содержания хризотил-асбеста (ВНИИпроектасбест, 1984), согласно которой производится последовательное стадийное дробление, измельчение материала и извлечении волокна на ситах с размерами ячеек: 6,0; 2,8; 1,6; 0,5; и 0,25 мм. Масса волокна, выраженная в процентах от массы пробы, взятой для анализа, извлеченная из первых четырех сит, характеризует содержание асбеста в пробе класса +0,5 мм., а волокно, выделенное из хвостов, оставшихся после извлечения асбеста класса+0,5мм, отвечает содержанию асбеста класса –0,5+0,25 мм. Волокно длиной свыше 0,5 мм подвергают ситовому анализу на контрольном аппарате (горизонтальном грохоте продольного качания с соответствующим набором сит) для разделения волокна по длине на классы: 1-й – остаток волокна на первом сите с размером ячейки 12,7 мм; 2-ой – остаток на сите 4,8 мм; 3-ий – остаток на сите 1,35 мм; 4-ый – подрешетный продукт сита 1,35 мм.

По результатам ситового анализа проб хризотил-асбестовых руд определяются, таким образом, следующие, необходимые для подсчета запасов, характеристики (в процентах от массы пробы):

валовое содержание волокна класса +0,5мм  
фракционный состав волокна класса +0,5мм(содержание остатков на ситах контрольного аппарата): 1 класса(+12,7мм), 2класс(–12,7+4,8мм),3класса(–4,8+1,35мм), 4класса(–1,35мм);  
содержание волокна класса –0,5+0,25мм.

В волокне хризотил-асбеста определяется также содержание вредных примесей – магнетита, немалита. Содержание магнетита определяется по удельной намагниченности тонкого пучка волокна и феррометрическим анализом, немалита – термовесовым методом.

Разделение волокна антофиллит-асбеста проводится на ситах с размером ячеек 1,6; 0,5 и 0,25 мм. Основными характеристиками антофиллит-асбестовых руд является содержание в них волокна классов +0,5 мм и +1,6 мм.

При ситовом анализе голубых асбестов (режикит- и родусит-асбесты) определяется содержание двух сортов волокна: 1-ого (АГМ-1) и длинноволокнистого(ДВ). Сорт АГМ-1 содержит более 90 % остатка на сите размером ячеек 0,25 мм. Сорт ДВ состоит более чем на 80 % из остатка на сите с размером ячеек 12,7 мм и содержит не более 2,5 % просева на сите 1,35 мм.

26. Правильность определения содержания волокна асбеста и распределение его по классам крупности необходимо систематически контролировать в соответствии с методическими указаниями, разработанными ВНИИпроектасбестом (1984).

Качество анализов проб необходимо систематически проверять, а результаты контроля своевременно обрабатывать в соответствии с методическими указаниями НСАМ, НСОММИ и руководствуясь ОСТ 41-08-272–04 «Управление качеством аналитических работ. Методы геологического контроля качества аналитических работ», утвержденным ВИМС\* (протокол № 88 от 16 ноября 2004 г.). Геологический контроль анализов проб следует осуществлять независимо от лабораторного контроля в течение всего периода разведки месторождения. Контролю подлежат результаты анализов на все основные, попутные компоненты и вредные примеси.

27. Для определения величин случайных погрешностей необходимо проводить внутренний контроль путем анализа зашифрованных контрольных проб, отобранных из дубликатов аналитических проб, в той же лаборатории, которая выполняет основные анализы, не позднее следующего квартала.

Для выявления и оценки возможных систематических погрешностей должен осуществляться внешний контроль в лаборатории, имеющей статус контрольной. На внешний контроль направляются дубликаты аналитических проб, хранящиеся в основной лаборатории и прошедшие внутренний контроль. При наличии стандартных образцов состава (СОС), аналогичных исследуемым пробам, внешний контроль следует осуществлять, включая их в зашифрованном виде в партию проб, которые сдаются на анализ в основную лабораторию.

Пробы, направляемые на внешний контроль, должны характеризовать все разновидности руд месторождений и классы содержаний асбеста.

28. Объем внутреннего и внешнего контроля должен обеспечить представительность выборки по каждой разновидности руд, классу содержаний и периоду разведки.

При выделении классов следует учитывать требования кондиций для подсчета запасов, технических условий, государственных и отраслевых стандартов. При большом числе анализируемых проб (2000 и более в год) на контрольные анализы направляются 5 % от их общего количества. При меньшем числе проб по каждому выделенному классу содержаний должно быть выполнено не менее 30 контрольных анализов за контролируемый период. В обязательном порядке на внутренний контроль направляются все пробы, показавшие аномально высокие содержания асбеста или наличие высших сортов его волокна.

29. Обработка данных внешнего и внутреннего контроля по каждому классу содержаний производится по периодам (квартал, полугодие, год), отдельно по каждому методу анализа и лаборатории, выполняющей основные анализы. Оценка систематических расхождений по результатам анализа СОС

выполняется в соответствии с методическими указаниями НСАМ по статистической обработке аналитических данных.

30. При выявлении по данным внешнего контроля систематических расхождений между результатами анализов основной и контролирующей лабораторий проводится арбитражный контроль. Этот контроль выполняется в лаборатории, имеющей статус арбитражной. На арбитражный контроль направляются хранящиеся в лаборатории аналитические дубликаты рядовых проб (в исключительных случаях – остатки аналитических проб), по которым имеются результаты рядовых и внешних контрольных анализов. Контролю подлежат 30–40 проб по каждому классу содержаний, по которому выявлены систематические расхождения. При наличии СОС, аналогичных исследуемым пробам, их также следует включать в зашифрованном виде в партию проб, сдаваемых на арбитраж. Для каждого СОС должно быть получено 10–15 результатов контрольных анализов.

При подтверждении арбитражным анализом систематических расхождений следует выяснить их причины, разработать мероприятия по устранению недостатков в работе основной лаборатории, а также решить вопрос о необходимости повторного анализа всех проб данного класса и периода работы основной лаборатории или о введении в результаты основных анализов соответствующего поправочного коэффициента. Без проведения арбитражного анализа введение поправочных коэффициентов не допускается.

31. По результатам выполненного контроля опробования – отбора, обработки проб и анализов – должна быть оценена возможная погрешность выделения рудных интервалов и определения их параметров.

32. Вещественный состав асбестовых руд, их текстурно-структурные особенности и физические свойства должны быть изучены с применением минералого-петрографических, физических, химических и других видов анализа по методикам, утвержденным научными советами по минералогическим и аналитическим методам исследования (НСОММИ, НСАМ).

33. Объемная масса и влажность руды входят в число основных параметров, используемых при подсчете запасов месторождений, их определение необходимо производить для каждой выделенной природной разновидности руд и внутренних некондиционных прослоев.

Объемная масса асбестовых руд определяется главным образом по представительным парафинированным образцам. Объемная масса рыхлых, сильно трещиноватых и кавернозных руд, как правило, определяется в целиках. Размеры целиков зависят от строения рудных тел и обычно составляют 1–3 м<sup>3</sup>. Определение объемной массы может производиться также методом поглощения рассеянного гамма-излучения при наличии необходимого объема заверочных работ. Одновременно с определением объемной массы на том же материале определяется влажность руд. Образцы и пробы для определения объемной массы и влажности должны быть охарактеризованы минералогически и проанализированы на содержание общего асбестового волокна.

Достоверность определения объемной массы по образцам быть подтверждена методом выемки целиков или исследованиями целиков геофизическими методами.

34. В результате изучения вещественного состава (включая данные ситового анализа волокна в отобранных пробах), физических свойств и текстурно-структурных особенностей устанавливаются природные разновидности руд и предварительно выделяются их промышленные (технологические) типы, требующие селективной добычи и отдельной переработки.

Окончательное выделение промышленных (технологических) типов асбестовых руд проводится по результатам технологического изучения выявленных на месторождении природных разновидностей.

#### **IV. Изучение технологических свойств руд**

35. Технологические исследования асбестовых руд проводятся с целью подтверждения пригодности получаемого из них волокна для намечаемых областей потребления и выбора наиболее целесообразной схемы переработки, обеспечивающей комплексное использование сырья.

Технологические свойства руд, как правило, изучаются в лабораторных и полупромышленных условиях на минералого-технологических, малых технологических, лабораторных, укрупненно-лабораторных и полупромышленных пробах. При имеющемся опыте промышленной переработки для легкообогащаемых руд допускается использование аналогии, подтвержденной результатами лабораторных исследований. Для труднообогащаемых или новых типов руд, опыт переработки которых отсутствует, технологические исследования руд и, в случае необходимости, продуктов их обогащения должны проводиться по специальным программам, согласованным с заинтересованными организациями.

Отбор проб для технологических исследований на разных стадиях геологоразведочных работ следует выполнять в соответствии со стандартом Российского геологического общества – СТО РосГео 09-001–98 «Твердые полезные ископаемые и горные породы. Технологическое опробование в процессе геологоразведочных работ», утвержденным и введенным в действие Постановлением Президиума Исполнительного комитета Всероссийского геологического общества (от 28 декабря 1998 г. №17/6).

36. Для выделения технологических типов и сортов руд проводится геолого-технологическое картирование, при котором сеть опробования выбирается в зависимости от числа и частоты перемежаемости природных разновидностей руд. При этом рекомендуется руководствоваться стандартом Российского геологического общества – СТО РосГео 09-002–98 «Твердые полезные ископаемые и горные породы. Геолого-технологическое картирование», утвержденным и введенным в действие Постановлением Президиума Исполнительного комитета Всероссийского геологического общества (от 28 декабря 1998 г. №17/6).

Минералого-технологическими и малыми технологическими пробами, отобранными по определенной сети, должны быть охарактеризованы все природные разновидности руд, выявленные на месторождении. По результатам

их испытаний проводится геолого-технологическая типизация руд месторождения с выделением промышленных (технологических) типов и сортов руд, изучается пространственная изменчивость вещественного состава, физико-механических и технологических свойств руд в пределах выделенных промышленных (технологических) типов и составляются геолого-технологические карты, планы и разрезы.

На лабораторных и укрупненно-лабораторных пробах должны быть изучены технологические свойства всех выделенных промышленных (технологических) типов руд в степени, необходимой для выбора оптимальной технологической схемы их переработки и определения основных технологических показателей обогащения и качества получаемой продукции. При этом важно определить оптимальную степень измельчения руд, которая обеспечит максимальное вскрытие асбестового волокна при минимальном ошлавомании и сбросе их в хвосты.

Полупромышленные технологические пробы служат для проверки технологических схем и уточнения показателей обогащения руд, полученных на лабораторных пробах. Проверке и уточнению подлежат технологические операции переработки асбестовых руд и соответствие полученного в результате испытаний продукта или изделия требованиям соответствующих технических условий и государственных стандартов

Полупромышленные технологические испытания проводятся в соответствии с программой, разработанной организацией, выполняющей технологические исследования, совместно с недропользователем и согласованной с проектной организацией. Отбор проб производится по специальному проекту.

Укрупненно-лабораторные и полупромышленные пробы должны быть представительными, т.е. отвечать по содержанию волокна асбеста и вредных примесей (магнетита, немалита и др.) количественному соотношению классов (сортов) с различной длиной волокна, структурно-текстурным особенностям, физическим и другим свойствам среднему составу руд данного промышленного (технологического) типа с учетом возможного разубоживания рудовмещающими породами.

37. Технологические свойства асбестовых руд должны быть изучены с детальной тщательностью, обеспечивающей получение исходных данных, достаточных для проектирования технологической схемы их переработки, позволяющей получить товарный асбест, соответствующий требованиям стандартов (технологические свойства асбестовых минералов приведены в табл. 4). При этом необходимо установить возможные области использования отходов переработки асбеста. Технологические испытания включают: изучение дробимости и измельчаемости; выбор оптимальных параметров раскрытия асбестовой руды; изучение фракций дробленой руды; изучение избирательности отделения тех или иных классов волокна и изменчивости его качества. При этом определяют крупность и влажность перерабатываемой руды, эффективность процессов грохочения и отбора волокна.

38. Промышленные (технологические) типы и сорта руд должны быть охарактеризованы по соответствующим предусмотренным кондициями показателям, определены минеральный и химический состав, плотность и влажность исходной руды и конечных продуктов каждой стадии обогащения, дробимость и измельчаемость руды, распределение волокон различной длины по классам, как в исходной руде, так и в товарных и отвальных продуктах. Кроме этого необходимо установить: массовую долю асбеста общего и по классам (сортам) для каждой минеральной разновидности асбеста; минералогические особенности асбеста: минеральные фазы, разновидности (мягкие, полумягкие, полужесткие, жесткие), морфологический тип волокна (поперечно-, косо-, продольноволокнистые и т.д.); минерало-технологические свойства асбеста: длина волокна, прочность на разрыв, ломкость, распушиваемость (расщепляемость), устойчивость к агрессивным средам, заряд поверхности, седиментационная устойчивость, поведение волокна в водной среде, истинная плотность, насыпная плотность, влагоотдача при нагревании, термостойкость, выветрелость. Разработаны схема цепи аппаратов, качественно-количественная и шламовая схемы обогащения, приведены основные технологические показатели.

39. Для попутных компонентов в соответствии с «Рекомендациями по комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов», утвержденными МПР России в установленном порядке, необходимо выяснить формы нахождения и баланс их распределения в продуктах обогащения и передела концентратов, а также установить условия, возможность и экономическую целесообразность их извлечения.

Должна быть изучена возможность использования оборотных вод и отходов, получаемых при рекомендуемой технологической схеме. Методы переработки отходов могут быть выбраны на основе полученных результатов или по аналогии с эксплуатируемыми объектами добычи асбестового сырья. Должны быть даны рекомендации по очистке промстоков, а также предусмотрено складирование отходов (хвостохранилище) и возможности их использования для производства строительных материалов, стекла, керамики, при рекультивации земель с учетом перспектив ввода их в сельскохозяйственный оборот.

Таблица 4

Технологические свойства асбестовых минералов

Асбест	Плотность	Твердость по шкале Мооса	Прочность на растяжение, МПа	Устойчивость (потери в массе, %) при двухчасовом кипячении в 25 %		Температурный интервал выделения кристаллизационной воды, °С	Температура плавления, °С	Относительная диэлектрическая проницаемость	Удельная магнитная восприимчивость, $\times 10^{-6} \text{м}^3/\text{кг}$	Люми
				HCl	NaOH					
Хризотил-асбест	2,4–2,6	3,0–3,5	2800–3580 (нормальный)	Весьма низкая 56,7	Высокая около 1	600–800	1500	12–16	1,7–2,6	Туск жел
Антофиллит-асбест	2,9–3,4	5,5–6,0	1340–2700	Весьма высокая 1,5–2,7	Весьма высокая 1,2–18	1020–1060	1300	5,2–6,3	3,4–23	Крем лимон желте горчи
Режикит-асбест	3,0–3,2	5,5–6,0	2850–3400	Высокая 2–4	Высокая 5,0–6,5	860–950	1050–1070	7,2–8,0	15–18	

Родусит-асбест	2,9–3,3	5,5–6,0	1670–2200 и более	Высокая около 5	Высокая 1,5–5,0	950–1000	1120	7,4–8,1	35	
Крокидолит-асбест	3,2–3,4	5	3200–3700	Высокая 4,4	Высокая 1,4	920–980	1150	≈8,6	60–126	От
Амосит-асбест	3,1–3,3	5,5–6,0	3000	Удовлетворительная 12,8   7		900–1000	1100	≈6,0–6,5	Близка к максимальной антофиллита	Подобно антод
Актинолит-тремолит-асбест	2,9–3,4	5–6	Низкая	Актинолит-средняя 20,3	9,3	930–1120	1190–1288	6,0–7,2	Актинолит 15–21, Тремолит 3,75	Слабы бледно-зелен тонам
				Тремолит-высокая 4,8	1,8					

40. Технологией обогащения асбестовых руд предусматривается предельно возможное сохранение природной длины и физико-механических свойств асбестового волокна при максимальном извлечении асбеста с максимально возможным удалением посторонних включений и обезпыливанием волокна. Требуется получение однородных товарных групп (сортов) по длине волокна и степени распушки. При обогащении используются такие свойства руды, как относительно низкая прочность связи жил асбеста со вмещающей породой, благодаря чему в процессе стадийного дробления в первую очередь высвобождается длиноволокнистый асбест и по мере снижения крупности из руды высвобождается все более и более короткие волокна. Большая удельная поверхность волокна по сравнению с раздробленной породой позволяет эффективно извлекать волокно воздушным потоком.

Механическому обогащению асбестовой руды предшествует обычно ручная выборка «крюда» (кусового асбеста) в основном хризотил-асбеста. Дальнейшее обогащение ведется в воздушной среде (сухой способ) или в водной среде (мокрый способ).

Сухой способ предусматривает многократное дробление руды. После каждого цикла дробления следует операция извлечения освобожденного волокна на качающемся грохоте. «Всплывшее» волокно отсасывают и осаждают в «циклоне» с последующей очисткой его от пыли и гали.

Мокрое обогащение проводится в водной среде с применением гидроциклонов и концентрационных столов, оборудованных рамами с сетками. При перемешивании частицы вмещающей породы, гали, пыли отделяются от волокна и осаждаются. Волокно уносится водой и отфильтровывается на сетках. После сушки и подпушки его направляют на классификацию. Мокрый способ используется для извлечения ломкого хризотил асбеста, некоторых видов голубого асбеста.

Комбинированным способом обогащают антофиллит-асбестовые руды: выветрелые – сухим, а невыветрелые – мокрым методом. В схему сухого метода обогащения родусит-асбестовых руд включают магнитную сепарацию для выделения железистых разновидностей асбеста.

41. Качество товарного асбеста должно в каждом конкретном случае регламентироваться договором между поставщиком (рудником) и предприятием-потребителем или должно соответствовать существующим стандартам и техническим условиям (табл. 5).

Таблица 5

**Перечень основных стандартов и технических условий на асбест**

ГОСТ 12871–93	Асбест хризотилковый
ОСТ 34-13-860–79	Асбест хризотилковый
ТУ 21-22-2–83	Асбест хризотилковый порошкообразный
ТУ 21-22-3–88	Асбест хризотилковый обезжелезненный
ТУ 21-22-4–87	Асбест хризотилковый ломкий мокрого обогащения
ТУ 21-22-6–75	Асбест антофиллитовый
ТУ 21-22-9–85	Асбест тонкоизмельченный
ТУ 21-22-12–86	Руда ломкого хризотил-асбеста
ТУ 21-22-14–85	Асбест голубой.
ТУ 21-22-23–81	Асбест наполнитель
ТУ 21-22-22–78	Асбест хризотилковый марки П-3-75 для асбестотекстильных изделий

Так, требования к качеству выпускаемого хризотил-асбеста регламентируются ГОСТ 12.871–93, согласно которому асбест в зависимости от длины волокна разделяется на 8 групп – от 0 до 7-й. Асбест 0–6-й групп по фракционному составу волокна разделяется на 25 марок. Асбест 7-й группы разделяется на 4 марки по величине насыпной плотности. Показатели качества асбеста по остаткам на ситах контрольного аппарата и насыпной плотности (7-я группа) должны соответствовать нормам этого ГОСТа. В асбесте всех марок не допускается наличие частиц сопутствующих пород размером более 0,4 мм (группы 0–2), более 4,8 мм (группы 3–6) и посторонних предметов.

**V. Изучение гидрогеологических, инженерно-геологических, экологических и других природных условий месторождения**

42. Гидрогеологическими исследованиями должны быть изучены основные водоносные горизонты, которые могут участвовать в обводнении месторождения, выявлены наиболее обводненные участки и зоны и решены вопросы использования или сброса рудничных вод.

По каждому водоносному горизонту следует установить его мощность, литологический состав, типы коллекторов, условия питания, взаимосвязь с другими водоносными горизонтами и поверхностными водами, положение уровней подземных вод и другие параметры; определить возможные водопритоки в эксплуатационные горные выработки, проходка которых предусмотрена в технико-экономическом обосновании (ТЭО) кондиций, и разработать рекомендации по защите их от подземных вод. Необходимо также:

изучить химический состав и бактериологическое состояние вод, участвующих в обводнении месторождения, их агрессивность по отношению к бетону, металлам, полимерам, содержание в них полезных и вредных

примесей; по разрабатываемым месторождениям – привести химический состав рудничных вод и промстоков;

оценить возможность использования дренажных вод для водоснабжения или извлечения из них ценных компонентов, а также возможное влияние их дренажа на действующие в районе месторождения подземные водозаборы;

дать рекомендации по проведению в последующем необходимых специальных изыскательских работ, оценить влияние сброса рудничных вод на окружающую среду;

оценить возможные источники хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения, обеспечивающие потребность будущих предприятий по добыче и переработке минерального сырья.

Утилизация дренажных вод предполагает подсчет эксплуатационных их запасов. Подсчет эксплуатационных запасов дренажных вод производится, руководствуясь соответствующими методическими документами.

По результатам гидрогеологических исследований должны быть даны рекомендации к проектированию рудника: по способам осушения геологического массива; по водоотводу; по утилизации дренажных вод; по источникам водоснабжения; по природоохранным мероприятиям.

43. Проведение инженерно-геологических исследований на месторождениях при разведке необходимо для информационного обеспечения проекта разработки (расчета основных параметров карьера, подземных выработок и целиков, типовых паспортов буровзрывных работ и крепления) и повышения безопасности ведения горных работ.

Инженерно-геологические исследования на месторождении необходимо проводить в соответствии с «Методическим руководством по изучению инженерно-геологических условий рудных месторождений при разведке», рассмотренным и одобренным Департаментом геологии и использованию недр Министерства природных ресурсов Российской Федерации (протокол №7 от 4 сентября 2000 г.) и методическими рекомендациями: «Инженерно-геологические, гидрогеологические и геоэкологические исследования при разведке и эксплуатации рудных месторождений», рассмотренными и одобренными Управлением ресурсов подземных вод, геоэкологии и мониторинга геологической среды Министерства природных ресурсов Российской Федерации (протокол №5 от 12 апреля 2002 г.).

Инженерно-геологическими исследованиями должны быть изучены: физико-механические свойства руд, рудовмещающих пород и перекрывающих отложений, определяющие характеристику их прочности в естественном и водонасыщенном состояниях; инженерно-геологические особенности массива пород месторождения и его анизотропию, состав пород, их трещиноватость, тектоническую нарушенность, текстурные особенности, закарстованность, разрушенность в зоне выветривания; охарактеризованы современные геологические процессы, которые могут осложнить разработку месторождения.

В районах с развитием многолетнемерзлых пород следует установить их температурный режим, положение верхней и нижней границы мерзлотной толщи, контуры и глубины распространения таликов, характер изменения физических свойств пород при оттаивании, глубину слоя сезонного оттаивания и промерзания.

В результате инженерно-геологических исследований должны быть получены материалы по прогнозной оценке устойчивости пород в подземных горных выработках, бортах карьера и для расчета основных параметров карьера.

При наличии в районе месторождения действующих шахт или карьеров, расположенных в аналогичных гидрогеологических и инженерно-геологических условиях, для характеристики разведываемой площади следует использовать данные о степени обводненности и инженерно-геологических условиях этих шахт и карьеров.

44. Разработка месторождений асбестов производится открытым способом. Применяемые способы разработки зависят от горно-геологических условий залегания рудных тел, принятых горнотехнических показателей, схем добычи руды и обосновываются в ТЭО кондиций.

45. Для месторождений, где установлена природная газоносность отложений (метан, сероводород и др.), должны быть изучены закономерности изменения содержания и состава газов по площади и с глубиной

46. Следует определить влияющие на здоровье человека факторы (пневмоконгиозоопасность, повышенная радиоактивность, геотермические условия и др.).

47. По районам новых месторождений необходимо указать площади с отсутствием залежей полезных ископаемых, пригодных для размещения объектов производственного и жилищно-гражданского назначения, хвостохранилища и отвалов пустых пород. Приводятся данные о наличии местных строительных материалов и возможности использования в качестве их вскрышных пород изучаемого месторождения.

48. Основная цель экологических исследований заключается в информационном обеспечении проекта освоения месторождения в части природоохранных мероприятий.

Экологическими исследованиями должны быть: установлены фоновые параметры состояния окружающей среды (уровень радиации, качество поверхностных и подземных вод и воздуха, характеристика почвенного покрова, растительного и животного мира и т.д.); определены предполагаемые виды химического и физического воздействия намечаемого к строительству объекта на окружающую природную среду (запыление прилегающих территорий, загрязнение поверхностных и подземных вод, почв рудничными водами и промстоками, воздуха выбросами в атмосферу и т.д.), объемы изъятия для нужд производства природных ресурсов (лесных массивов, воды на технические нужды, земель для размещения основных и вспомогательных производств, отвалов вскрышных и вмещающих горных пород, некондиционных руд и т.д.); оценены характер, интенсивность, степень и опасность воздействия, продолжительность и динамика функционирования источников загрязнения и границы зон их влияния.

Для решения вопросов, связанных с рекультивацией земель, следует определить мощность почвенного покрова и произвести агрохимические исследования рыхлых отложений, а также выяснить степень токсичности пород вскрыши и возможность образования на них растительного покрова. Должны

быть даны рекомендации по разработке мероприятий по охране недр, предотвращению загрязнения окружающей среды и рекультивации земель.

49. Гидрогеологические, инженерно-геологические, геокриологические, горно-геологические и другие природные условия должны быть изучены с детальностью, обеспечивающей получение исходных данных, необходимых для составления проекта разработки месторождения. При особо сложных гидрогеологических, инженерно-геологических и других природных условиях разработки, требующих постановки специальных работ, объемы, сроки и порядок проведения исследований согласовываются с недропользователями и проектными организациями.

50. Другие полезные ископаемые, образующие во вмещающих и перекрывающих породах самостоятельные залежи, должны быть изучены в степени, позволяющей определить их промышленную ценность и область возможного использования в соответствии с «Рекомендациями по комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов», утвержденными МПР России в установленном порядке.

## VI. Подсчет запасов

51. Квалификация и подсчет запасов по степени разведанности месторождений асбеста производится в соответствии с требованиями «Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых», утвержденной приказом МПР России от 11 декабря 2006 г. № 278.

52. Запасы подсчитываются по подсчетным блокам, запасы руды в которых не должны превышать, как правило, годовую производительность будущего горного предприятия. Участки рудных тел, выделяемые в подсчетные блоки, должны характеризоваться:

одинаковой степенью разведанности и изученности параметров, определяющих количество запасов и качество руд;

однородностью геологического строения, примерно одинаковой или близкой степени изменчивости мощности, внутреннего строения рудных тел, вещественного состава, основных показателей качества и технологических свойств руды;

выдержанностью условий залегания рудных тел, определенной приуроченностью блока к единому структурному элементу (например, контакту гарцбургитов и серпентинитов и др.);

общностью горнотехнических условий разработки. По падению рудных тел подсчетные блоки следует разделять горизонтами горных выработок или скважин с учетом намечаемой последовательности отработки запасов;

53. При подсчете запасов должны учитываться следующие дополнительные условия, отражающие специфику месторождений асбеста.

Запасы категории А подсчитываются только на разрабатываемых месторождениях хризотил-асбеста 2-ой группы по данным эксплуатационной разведки и горно-подготовительных выработок. К ним относятся запасы, подготовленных или готовых к выемке блоков, отвечающие по степени изученности требованиям «Классификации» к этой категории.

Запасы категории В при разведке подсчитываются на вновь разведанных месторождениях асбеста 2-й группы. К ним относятся запасы, выделенные на участках детализации или в пределах других частей рудных тел, степень разведанности которых соответствует требованиям «Классификации» к этой категории.

Контур запасов категории В должен быть проведен по разведочным выработкам без экстраполяции, а основные геологические характеристики рудных тел и качество руды в пределах этого контура определены по достаточному объему представительных данных.

Пространственное положение рудных тел, выделенных промышленных (технологических) типов руд, внутренних некондиционных участков, крупных разрывных нарушений, участков развития выветрелых и ломких разностей асбеста должно быть изучено в степени, допускающей различные варианты оконтуривания, существенно не влияющие на представления об условиях залегания рудных тел и строении месторождения (участка). Промышленные (технологические) типы руд и внутренние некондиционные участки по возможности следует оконтурить; допускается статистическое определение их соотношений.

На разрабатываемых месторождениях запасы категории В подсчитываются по данным дополнительной разведки, эксплуатационной разведки и горно-подготовительных работ в соответствии с требованиями «Классификации» к этой категории.

К категории С<sub>1</sub> относятся запасы на участках месторождений, в пределах которых выдержана принятая для этой категории сеть разведочных выработок, а достоверность полученной при этом информации подтверждена результатами, полученными на участках детализации, или данными эксплуатации на разрабатываемых месторождениях. Контур запасов категории С<sub>1</sub>, как правило, определяется по разведочным выработкам, а для наиболее выдержанных и крупных рудных тел – геологически обоснованной ограниченной экстраполяцией, учитывающей изменение морфоструктурных особенностей, мощностей рудных тел и качества руд.

Запасы категории С<sub>2</sub> подсчитываются по конкретным рудным телам, а при невозможности их геометризации статистически в обобщенном контуре, границы которых определены по геологическим и геофизическим данным и подтверждены единичными скважинами, встретившими промышленные руды, или путем экстраполяции по простиранию и падению от разведанных запасов более высоких категорий при наличии подтверждающих экстраполяцию единичных пересечений, результатов геофизических работ, геологоструктурных построений и установленных закономерностей изменения мощностей рудных тел и содержаний асбеста. Представления о закономерностях распределения промышленных (технологических) типов руд и внутренних некондиционных участков, а также показатели качества руд принимаются с учетом данных по участкам месторождения, изученным более детально.

54. Подсчет запасов волокна хризотил-асбеста по месторождению производится по следующим параметрам:

общие запасы – запасы волокна класса +0,5 мм;

запасы отдельно по классам крупности: 1 классу(+12,7 мм), 2 классу(-12,7+4,8 мм), 3 классу(-4,8+1,35 мм), 4 классу(-1,35 мм), а также классу -0,5+0,25 мм.

Кроме того, по тем же параметрам подсчитываются запасы волокон хризотил-асбеста отдельно по каждому из выделенных на месторождении типов асбестовых руд.

Оконтуривание рудных тел (залежей) производится по пробам, содержащим волокно 3 класса крупности (+1,35 мм) и выше и имеющим общее условие содержания всех четырех классов не ниже бортового.

За условную единицу содержания может быть принята массовая доля в руде волокна 4 класса крупности, равная 1,0 %. Рекомендуются следующие коэффициенты пересчета содержаний волокна отдельных классов крупности на условное содержание (по Белову, 1985г.): 1 класс – 67,2; 2 класс – 12; 3 класс – 5; 4 класс – 1.

55. Ширина зоны экстраполяции в каждом конкретном случае для запасов категорий  $C_1$  и  $C_2$  должна быть обоснована фактическими материалами. Не допускается экстраполяция в направлении зон разрывных нарушений, выклинивания и расщепления рудных тел, ухудшения качества руд и горно-геологических условий их разработки. Возможность экстраполяции в направлении уменьшения мощности рудных тел и ширина ее зоны в каждом конкретном случае должны быть обоснованы выявленной закономерностью изменения их мощности.

56. Запасы подсчитываются отдельно по категориям разведанности, способам отработки (карьерными, штольневыеми горизонтами, шахтами), по выделенным зонам жилкования, промышленным (технологическим) типам и сортам руд и их экономическому значению (балансовые, забалансовые). Подсчитываются запасы как общего волокна асбеста, так и его отдельных классов, соответствующих размерам сит на контрольном аппарате; для каждого класса приводится характеристика волокна по содержанию пыли и гали, а также содержанию фракции меньше 0,071 мм.

При разделении запасов полезных ископаемых по категориям в качестве дополнительного классификационного показателя могут использоваться количественные и вероятностные оценки точности и достоверности определения основных подсчетных параметров. Соотношение различных промышленных типов и сортов руд, при невозможности их оконтуривания, определяется статистически.

Забалансовые (потенциально-экономические) запасы подсчитываются и учитываются в том случае, если в ТЭО кондиций доказана возможность их сохранности в недрах для последующего извлечения или целесообразность попутного извлечения, складирования и сохранения для использования в будущем. При подсчете забалансовых запасов производится их подразделение в зависимости от причин отнесения запасов к забалансовым (экономических, технологических, гидрогеологических, экологических и др.).

Балансовые и забалансовые запасы подсчитываются на сухую руду с указанием ее влажности в естественном залегании. Для влагоемких, пористых руд производится также подсчет запасов сырой руды.

57. На разрабатываемых месторождениях вскрытые, подготовленные и готовые к выемке, а также находящиеся в охранных целиках горно-капитальных и горно-подготовительных выработок запасы руд подсчитываются отдельно с подразделением по категориям в соответствии со степенью их изученности.

Запасы асбеста, заключенные в охранных целиках крупных водоемов и водотоков, населенных пунктов, заповедников, памятников природы, истории и культуры, капитальных сооружений и сельскохозяйственных объектов относятся к балансовым или забалансовым или исключаются из подсчета в соответствии с постоянными кондициями.

58. На разрабатываемых месторождениях для контроля за полнотой отработки ранее утвержденных запасов и обоснования достоверности подсчитанных новых запасов необходимо производить сопоставление данных разведки и эксплуатации по запасам, условиям залегания, морфологии, мощности, внутреннему строению рудных тел, содержанию полезных компонентов в соответствии с «Методическими рекомендациями по сопоставлению данных разведки и разработки месторождений твердых полезных ископаемых», утвержденными МПР России в установленном порядке.

В материалах сопоставления должны быть приведены контуры ранее утвержденных органами госэкспертизы и погашенных запасов (в том числе добытых и оставшихся в целиках), списанных как неподтвердившихся, контуры площадей приращиваемых запасов, а также сведения о запасах, числящихся на государственном балансе (в том числе - об остатке запасов, ранее утвержденных уполномоченным экспертным органом); представлены таблицы движения запасов (по категориям, рудным телам и месторождению в целом) и баланс руды с характеристикой ее качества в контуре погашенных запасов, отражающий изменение утвержденных уполномоченным экспертным органом запасов при доразведке, потери при добыче и транспортировке, выход товарной продукции и потери при переработке руд. Результаты сопоставления сопровождаются графикой, иллюстрирующей изменение представлений о горно-геологических условиях месторождения.

Если данные разведки в целом подтверждаются разработкой или имеющиеся незначительные расхождения не влияют на технико-экономические показатели горнодобывающего предприятия, для сопоставления данных разведки и разработки могут быть использованы результаты геолого-маркшейдерского учета.

По месторождению, на котором, по мнению недропользователя утвержденные уполномоченным экспертным органом запасы или качество руд не подтвердились при разработке или необходимо введение поправочных коэффициентов в ранее утвержденные параметры или запасы, обязательным является выполнение специального подсчета запасов по данным доразведки и эксплуатационной разведки и оценка достоверности результатов, полученных при проведении этих работ.

При анализе результатов сопоставления необходимо установить величины изменений при разработке или доразведке утвержденных уполномоченным экспертным органом подсчетных параметров (площадей подсчета, мощностей рудных тел, содержаний полезных компонентов, объемных масс и т. д.), запасов и качества руд, а также выяснить причины этих изменений.

59. При компьютерном подсчете запасов должна быть обеспечена возможность просмотра, проверки и корректировки исходных данных (координаты разведочных выработок, данные инклинометрии, отметки контактов, результаты опробования и др.), результатов промежуточных расчетов и построений (каталог рудных пересечений, выделенных в соответствии с кондициями; геологические разрезы или планы с контурами промышленного оруденения; проекции рудных тел на горизонтальную или вертикальную плоскость; каталог подсчетных параметров по блокам, уступам, разрезам) и сводных результатов подсчета запасов. Выходная документация и машинная графика должны отвечать существующим требованиям к этим документам по составу, структуре, форме и др.

60. Подсчет запасов попутных полезных ископаемых на месторождениях асбеста проводится в соответствии с «Рекомендациями по комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов», утвержденными МПР России в установленном порядке.

61. Подсчет запасов оформляется в соответствии с «Методическими рекомендациями по составу и правилам оформления представляемых на государственную экспертизу материалов по подсчету запасов металлических и неметаллических полезных ископаемых», утвержденными МПР России в установленном порядке.

## **VII. Степень изученности месторождений (участков месторождений)**

По степени изученности месторождения (и их участки) могут быть отнесены к группе оцененных или разведанных в соответствии с требованиями раздела 3 «Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых», утвержденной приказом МПР России от 11 декабря 2006 г. № 278.

Степень изученности для оцененных месторождений определяет целесообразность продолжения разведочных работ на объекте, для разведанных – подготовленность месторождения для промышленного освоения.

62. На оцененных месторождениях асбеста должна быть определена их промышленная ценность и целесообразность проведения разведочной стадии работ, выявлены общие масштабы месторождения, выделены наиболее перспективные участки для обоснования последовательности разведки и последующей отработки.

Параметры кондиций для подсчета запасов должны быть установлены на основе технико-экономического обоснования временных разведочных кондиций, разрабатываемых на основе отчетов о результатах оценочных работ для новых открытых новых месторождений, как в целом, так и по отдельным их частям, в объеме, достаточном для предварительной геолого-экономической оценки месторождения.

Запасы оцененных месторождений по степени изученности квалифицируются, главным образом, по категории  $C_2$  и, частично,  $C_1$ .

Соображения о способах и системах разработки месторождения, возможных масштабах добычи обосновываются укрупненно на основе проектов-аналогов; технологические схемы обогащения с учетом комплексного использования сырья, возможный выход и качество товарной продукции определяются на основе исследований лабораторных проб; капитальные затраты на строительство рудника, себестоимость товарной продукции и другие экономические показатели определяются по укрупненным расчетам на базе проектов-аналогов.

Задачи хозяйственно-питьевого водоснабжения горнодобывающих предприятий при оценке промышленной значимости месторождений твердых полезных ископаемых предварительно характеризуются, основываясь на существующих, разведываемых и вероятных источниках водоснабжения.

Рассматривается и оценивается возможное влияние отработки месторождений на окружающую среду.

Для детального изучения морфологии рудных тел (залежей), вещественного состава руд и разработки технологических схем обогащения и переработки руд на оцененных месторождениях (участках) может осуществляться опытно-промышленная разработка (ОПР). ОПР проводится в рамках проекта разведочной стадии работ по решению государственной экспертизы материалов подсчета запасов в течение не более 3 лет на наиболее характерных, представительных для большей части месторождения участках, включающих типичные для месторождения руды. Масштаб и сроки ОПР должны быть согласованы с органами Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор). Необходимость проведения ОПР должна быть обоснована в каждом конкретном случае с определением ее целей и задач.

Проведение ОПР диктуется обычно необходимостью выявления особенностей геологического строения рудных тел (изменчивость морфологии и внутреннего строения), горно-геологических и горнотехнических условий отработки, технологии добычи руд и их обогащения (природные разновидности и технологические типы руд и их взаимоотношения). Решение этих вопросов возможно только при вскрытии рудных тел на существенную глубину и протяженность.

ОПР целесообразна при освоении крупных и гигантских месторождений, на которых, прежде чем приступить к строительству крупных фабрик, разработанная технологическая схема испытывается и совершенствуется на небольших обогатительных фабриках.

63. На разведанных месторождениях качество и количество запасов, их технологические свойства, гидрогеологические, горнотехнические и экологические условия разработки должны быть изучены по скважинам и горным выработкам с полнотой, достаточной для разработки технико-экономического обоснования решения о порядке и условиях их вовлечения в промышленное освоение, а также о проектировании строительства или реконструкции на их базе горнодобывающего производства.

Разведанные месторождения по степени изученности должны удовлетворять следующим требованиям:



обеспечена возможность квалификации запасов по категориям, соответствующим группе сложности геологического строения месторождения;

вещественный состав и технологические свойства промышленных типов асбестовых руд изучены с детальностью, обеспечивающей получение исходных данных, достаточных для проектирования рациональной технологии их переработки с комплексным извлечением всех полезных компонентов, имеющих промышленное значение, и определения направления использования отходов производства или оптимального варианта их складирования;

запасы других совместно залегающих полезных ископаемых (включая породы вскрыши и подземные воды) с содержащимися в них компонентами, отнесенные на основании кондиций к балансовым, изучены и оценены в степени, достаточной для определения их количества и возможных направлений использования;

гидрогеологические, инженерно-геологические, геокриологические, горно-геологические, экологические и другие природные условия изучены с детальностью, обеспечивающей получение исходных данных, необходимых для составления проекта разработки месторождения с учетом требований природоохранительного законодательства и безопасности горных работ;

достоверность данных о геологическом строении, условиях залегания и морфологии рудных тел, качестве и количестве запасов подтверждена на представительных для всего месторождения участках детализации, размер и положение которых определяются недропользователем в каждом конкретном случае в зависимости от их геологических особенностей;

рассмотрено возможное влияние разработки месторождения на окружающую среду и даны рекомендации по предотвращению или снижению прогнозируемого уровня отрицательных экологических последствий до требований соответствующих нормативных документов;

подсчетные параметры кондиций установлены на основании технико-экономических расчетов, позволяющих определить масштабы и промышленную значимость месторождения с необходимой степенью достоверности.

Рациональное соотношение запасов различных категорий определяется недропользователем с учетом допустимого предпринимательского риска. Возможность полного или частичного использования запасов категории  $C_2$  при проектировании отработки месторождений в каждом конкретном случае определяется государственной геологической экспертизой и оформляется в виде рекомендации. Решающими факторами при этом являются особенности геологического строения рудных тел, их мощность и характер распределения в них асбестовой минерализации, оценка возможных ошибок разведки (методов, технических средств, опробования и аналитики), а также опыт разведки и разработки месторождений аналогичного типа.

Разведанные месторождения относятся к подготовленным для промышленного освоения при выполнении настоящих рекомендаций и после утверждения запасов (балансовых и забалансовых) в установленном порядке.

## **VIII. Пересчет и переутверждение запасов**

Пересчет и переутверждение запасов в установленном порядке производится по инициативе недропользователя, а также контрольных и надзорных органов в случаях существенного изменения представлений о качестве и количестве запасов месторождения и его геолого-экономической оценке, полученных в результате дополнительных геологоразведочных и добычных работ.

По инициативе недропользователя пересчет и переутверждение запасов производится при наступлении случаев, существенно ухудшающих экономику предприятия:

существенном неподтверждении разведанных и утвержденных ранее запасов и (или) их качества;

объективном, существенном (более 20 %) и стабильном падении цены продукции при сохранении уровня себестоимости производства; изменении требований промышленности к качеству минерального сырья;

когда общее количество балансовых запасов, списанных и намечаемых к списанию как неподтвердившихся (в процессе дополнительной разведки, эксплуатационной разведки и разработки месторождения), а также не подлежащих отработке по технико-экономическим причинам, превышает нормативы, установленные действующим положением о порядке списания запасов полезных ископаемых с баланса горнодобывающих предприятий (т. е. более 20 %).

По инициативе контрольных и надзорных органов пересчет и переутверждение запасов производится при наступлении случаев, ущемляющих права недровладельца (государства) в части необоснованного уменьшения налогооблагаемой базы:

увеличении балансовых запасов, по сравнению с ранее утвержденными, более чем на 50 %;

существенном и стабильном увеличении мировых цен на продукцию предприятия (более 50 % от заложенных в обоснования кондиций);

разработке и внедрении новых технологий, существенно улучшающих экономику производства;

выявлении в рудах или вмещающих породах ценных компонентов или вредных примесей, ранее не учтенных при оценке месторождения и проектировании предприятия.

Экономические проблемы предприятия, вызванные временными причинами (геологические, технологические, гидрогеологические и горнотехнические осложнения, временное падение мировых цен продукции), решаются с помощью механизма эксплуатационных кондиций и не требуют пересчета и переутверждения запасов.

Классификации запасов  
месторождений и прогнозных  
ресурсов твердых полезных  
ископаемых

(асбеста)

Характеристические показатели сложности геологического строения  
месторождений твердых полезных ископаемых

Система разведки и плотность разведочной сети зависят в основном от нескольких природных факторов: условий залегания и структурно-геологических особенностей рудных тел (выдержанности и морфологии рудных тел, характера границ) и распределения полезного компонента (степени изменчивости качества полезного ископаемого в пределах рудных тел).

В качестве основных количественных показателей сложности строения рудных тел рекомендуется использовать следующие величины: коэффициент рудоносности ( $K_p$ ), показатель сложности ( $q$ ) и коэффициенты вариации мощности ( $V_m$ ) и содержания ( $V_C$ ) в рудных пересечениях (А.П. Прокофьев, 1973).

Коэффициент рудоносности обычно выражается как отношение линейных величин – длины рудных интервалов по скважинам или горным выработкам ( ) к общей длине пересечений в пределах продуктивной зоны (в границах промышленного оруденения – ):



(1.1)

Показатель сложности рассчитывается по отношению числа рудных пересечений ( $N_p$ ) к сумме всех разведочных пересечений (рудных, безрудных внутриконтурных  $N_b$  и законтурных  $N_z$ , обрисовывающих общую границу сложного объекта):



1.2)

Коэффициент вариации мощности и коэффициент вариации содержания (в %) вычисляются общеизвестными способами по сумме разведочных данных:



(1.3)



(1.4)

где  $S_m$  и  $S_C$  – соответственно среднеквадратичные отклонения мощности единичных рудных пересечений и содержания в них полезного компонента от их среднеарифметических значений  $m_{cp}$  и  $C_{cp}$ .

Обобщенные ориентировочные предельные значения показателей сложности строения рудных тел по месторождениям 1-, 2-, 3- и 4-й групп сложности приведены в таблице.

Таблица  
Количественные характеристики изменчивости основных свойств оруденения

Группа месторождений	Показатели изменчивости объектов разведки			
	формы		содержания	
	$K_p$	$q$	$V_m, \%$	$V_C, \%$
1-я	0,9–1,0	0,8–0,9	< 40	< 40
2-я	0,7–0,9	0,6–0,8	40–100	40–100
3-я	0,4–0,7	0,4–0,6	100–150	100–150
4-я	< 0,4	< 0,4	> 150	> 150

Решение по отнесению месторождения к конкретной группе принимается по совокупности всей геологической информации с учетом показателя, характеризующего наивысшую изменчивость формы или содержания.

\* По району месторождения и рудному полю представляются геологическая карта и карта полезных ископаемых в масштабе 1:25000–1:50 000 с соответствующими разрезами. Указанные материалы должны отражать размещение рудоуправляющих структур и рудовмещающих комплексов пород, рудных тел, месторождений и проявлений асбеста, участков, на которых оценены прогнозные ресурсы асбестовых руд, а также месторождений и проявлений других видов полезных ископаемых.

Результаты проведенных в районе геофизических исследований следует использовать при составлении геологических карт и разрезов к ним и отражать на сводных планах интерпретации геофизических аномалий в масштабе представляемых карт.

\* Федеральный научно-методический центр лабораторных исследований и сертификации минерального сырья «ВИМС» МПР России (ФНМЦ ВИМС).